(19) JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11019785 A**

(43) Date of publication of application: **26.01.99**

(51) Int. Cl **B23K 26/00**
B01J 19/12
B28D 1/00

(21) Application number: **09178447**

(22) Date of filing: **03.07.97**

(71) Applicant: **TAISEI CORP**

(72) Inventor: **UIGUNARAAJA SHIBAKUMARAN**
NAGAI KAORI

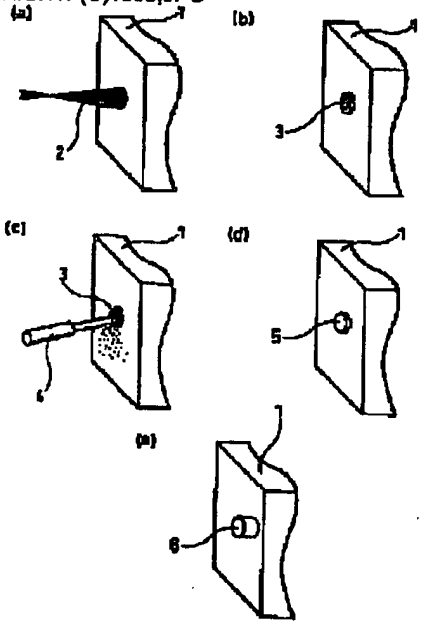
(54) METHOD OF DRILLING CEMENT HARDENED BODY

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide such a method of drilling a cement hardened body that suppresses generation of vibration and noise as much as possible and that prevents adverse effect on the surrounding environment at the time of drilling operation.

SOLUTION: With a laser beam 2 emitted to a concrete hardened body 1, a cement hardened body, to form a brittle layer 3 for which strength is lowered in the concrete hardened body 1, the removal of the layer 3 is properly repeated, so that the body is drilled to a desired depth. The area of the laser beam 2 irradiation surface is made the same as or smaller than the drilling area. In this case, a superior brittle layer 3 is formed by setting the energy density of the laser beam 2 at 100 (W/cm^2) or above in the irradiation area and setting the energy amount of the laser beam 2 at 400-8,000 (J/cm^2) for one irradiation. Further, it is desirable to use the Nd:YAG laser having the wave length of 1.06 (μm) or iodine laser having that of 1.3 (μm) and also to emit the laser beam 2 by transmitting through an optical fiber from the laser generator.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報（A）**　(11)特許出願公開番号

特開平11－19785

(43)公開日　平成11年(1999)１月26日

(51)Int.Cl.[6]	識別記号	ＦＩ	
Ｂ２３Ｋ　26/00	３３０	Ｂ２３Ｋ　26/00	３３０
Ｂ０１Ｊ　19/12		Ｂ０１Ｊ　19/12	Ｂ
Ｂ２８Ｄ　1/00		Ｂ２８Ｄ　1/00	

審査請求　未請求　請求項の数５　ＯＬ　（全 ５ 頁）

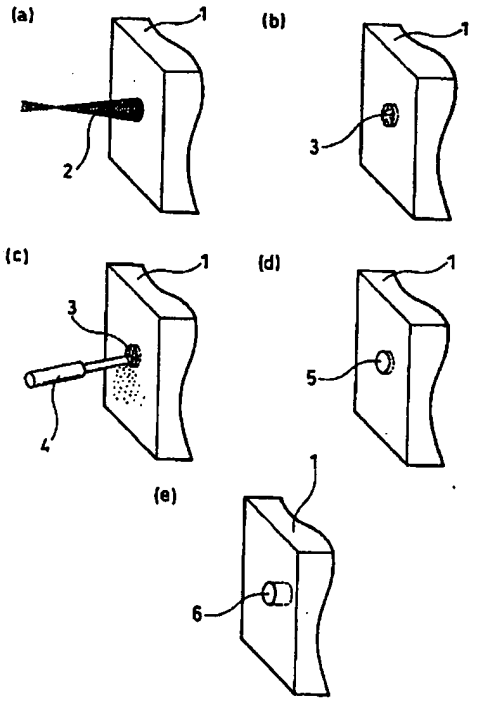
(21)出願番号　特願平9－178447

(22)出願日　平成９年(1997)７月３日

(71)出願人　000206211
大成建設株式会社
東京都新宿区西新宿一丁目25番１号
(72)発明者　ウィグナラージャ　シバクマラン
東京都新宿区西新宿一丁目25番１号　大成建設株式会社内
(72)発明者　永井　香織
東京都新宿区西新宿一丁目25番１号　大成建設株式会社内
(74)代理人　弁理士　磯野　道造

(54)【発明の名称】　セメント硬化体の穿孔方法

(57)【要約】
【課題】振動や騒音の発生を極力抑えたセメント硬化体の穿孔方法を提供し、穿孔作業時における周辺環境への悪影響を防止することを目的とする。
【解決手段】セメント硬化体たるコンクリート硬化体１にレーザ光２を照射して、コンクリート硬化体１の強度を低下させた脆弱層３を形成した後に、当該脆弱層３を除去することを適宜繰り返して所望の深さに穿孔する。レーザ光２照射面における照射範囲は穿孔範囲と同等又はこれより狭くする。ここでレーザ光２照射面におけるレーザ光２のエネルギー密度を１００（Ｗ／cm^2）以上、かつ、一回の照射によって投入されるレーザ光２のエネルギー量を４００～８０００（Ｊ／cm^2）とすると良好な脆弱層３が形成される。さらにレーザは波長１．０６（μm）のＮｄ：ＹＡＧレーザ又は波長１．３（μm）のヨウソレーザとし、レーザ発振器からのレーザ光２を光ファイバーで伝送して照射することが望ましい。



【特許請求の範囲】
【請求項１】　セメント硬化体にレーザ光を照射して、セメント硬化体の強度を低下させた脆弱層を形成した後に、当該脆弱層を除去することにより穿孔することを特徴とするセメント硬化体の穿孔方法。
【請求項２】　レーザ光照射と脆弱層除去とを適宜繰り返して所望の深さに穿孔することを特徴とする請求項１記載のセメント硬化体の穿孔方法。
【請求項３】　レーザ光照射面における照射範囲を穿孔範囲と同等又はこれより狭くしたことを特徴とする請求項１又は請求項２記載のセメント硬化体の穿孔方法。
【請求項４】　レーザ光照射面におけるレーザ光のエネルギー密度が１００（Ｗ／cm²）以上であり、かつ、一回の照射によって投入されるレーザ光のエネルギー量が４００（Ｊ／cm²）以上８０００（Ｊ／cm²）以下であることを特徴とする請求項１乃至請求項３のいずれか一項に記載のセメント硬化体の穿孔方法。
【請求項５】　前記レーザ光は波長１．０６（μm）のＮｄ：ＹＡＧレーザ光又は波長１．３（μm）のヨウソレーザ光であり、かつ、レーザ発振器からのレーザ光を光ファイバーで伝送して照射することを特徴とする請求項１乃至請求項４のいずれか一項に記載のセメント硬化体の穿孔方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】本発明は、普通コンクリートをはじめとするセメント硬化体に穿孔する方法に関し、建築・土木分野全般に実益があるものである。
【０００２】
【従来の技術】従来より、セメントコンクリート硬化体やセメントモルタル硬化体をはじめとするセメント硬化体に対して穿孔する場合には、振動ドリルやハンマードリル、高速回転ダイヤモンドドリル等の工具が用いられていた。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】しかし、かかる工具を用いたセメント硬化体の穿孔においては、いずれも振動と８０～１１０（dB）程度の大きな騒音を発生させるので、作業場やその周辺環境を著しく害する。特に既存構造物における穿孔の場合には、人と隣接した状況での工事になることも多く、振動や騒音の発生は環境上大きな問題となっている。
【０００４】そこで本発明は、上記問題点を解決するべく、振動や騒音の発生を極力抑えたセメント硬化体の穿孔方法を提供し、穿孔作業時における周辺環境への悪影響を防止することを目的とする。
【０００５】
【課題を解決するための手段】すなわち、請求項１に記載の発明は、セメント硬化体にレーザ光を照射して、セメント硬化体の強度を低下させた脆弱層を形成した後に、当該脆弱層を除去することにより穿孔することを特徴とするセメント硬化体の穿孔方法である。
【０００６】このように、低騒音・低振動の装置を用いて穿孔対象物たるセメント硬化体に充分強度を低下させた脆弱層を形成し、その後に当該脆弱層を除去するようにすれば、低速回転の機械式又は手動式の工具を用いて当該脆弱層を除去することができる。したがって、穿孔に際しての振動・騒音は、レーザ発振設備から発生するものと脆弱層除去の際に発生するもののみであり、穿孔時における振動や騒音の発生を極力抑えることができる。
【０００７】また、請求項２に記載の発明は、請求項１記載の発明において、レーザ光照射と脆弱層除去とを適宜繰り返して所望の深さに穿孔することを特徴とするセメント硬化体の穿孔方法である。
【０００８】このような手段を用いれば、照射レーザ光のエネルギー密度を小さく、すなわちレーザ発振設備から発生する振動・騒音を低く保持しながら穿孔することが可能になるので、特に低振動・低騒音が要求される作業環境において実益があるものとなる。
【０００９】また、請求項３に記載の発明は、請求項１又は請求項２記載の発明において、レーザ光照射面における照射範囲を穿孔範囲と同等又はこれより狭くしたことを特徴とするセメント硬化体の穿孔方法である。
【００１０】このようにレーザ光照射面における照射範囲を限定すれば、レーザ光照射によって孔の周囲の強度を低下させることなく穿孔することができるので、高品質の穿孔を行うことができる。
【００１１】また、請求項４に記載の発明は、請求項１乃至請求項３のいずれか一項に記載の発明において、レーザ光照射面におけるレーザ光のエネルギー密度が１００（Ｗ／cm²）以上であり、かつ、一回の照射によって投入されるレーザ光のエネルギー量が４００（Ｊ／cm²）以上８０００（Ｊ／cm²）以下であることを特徴とするセメント硬化体の穿孔方法である。
【００１２】かかる照射条件を満たすレーザ光照射を行えば、レーザ光照射部分のセメント硬化体が過大に蒸発したり過大に溶融することなく安定的に脆弱層を形成することができ、品質及び作業効率の向上を図ることができる。
【００１３】また、請求項５に記載の発明は、請求項１乃至請求項４のいずれか一項に記載の発明において、前記レーザ光は波長１．０６（μm）のＮｄ：ＹＡＧレーザ光又は波長１．３（μm）のヨウソレーザ光であり、かつ、レーザ発振器からのレーザ光を光ファイバーで伝送して照射することを特徴とする請求項１乃至請求項４のいずれか一項に記載のセメント硬化体の穿孔方法である。
【００１４】このような種類のレーザ光を用いることにより、レーザ発振器からのレーザ光を可撓性の光ファイ

バーで伝送して照射することが可能となる。したがって、レーザ発振器を一箇所に設置固定したまま、レーザ光を任意の場所・部位に照射することが可能となり、穿孔作業の自由度が飛躍的に増大し、作業効率の向上を図ることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、添付図面に基づき、本発明の実施形態について説明する。なお、同一要素には同一符号を用い、重複する説明は省略する。

【0016】本発明に係るセメント硬化体の穿孔方法の一実施形態を図1に示す。図1（a）は、セメント硬化体たるコンクリート硬化体1の孔あけ部分に対して、円形のレーザ光2を照射している様子を表す。このとき、照射面におけるレーザ光2の径は、レーザ光2の焦点位置によって調節し、必要な径に対して同等以下となるようにする。なぜなら、照射面におけるレーザ光2の径が必要な孔の径より大きい場合には、孔の周囲までもが脆弱化してしまい、穿孔本来の目的を達成することができなくなってしまうからである。

【0017】ここで、照射面におけるレーザ光2のエネルギー密度（M）と、一回の照射によって投入されるレーザ光2のエネルギー量（U）を次のように定義する。

$M=4P/\pi d^2$ （W／cm²）

$U=4Pt/\pi d^2$ （J／cm²）

ただし、P：レーザ光2の出力（W）、d：照射面におけるレーザ光2の径（cm）、t：レーザ光2の照射時間（s）である。

【0018】そして、発明者は実験を重ね、次の条件を満たすようにコンクリート硬化体1にレーザ光2を照射すれば、良好な脆弱層3を形成することができることを導き出した。

$M \geqq 100$、かつ、$400 \leqq U \leqq 8000$　…（1）

【0019】上記条件（1）を満足しない場合、例えば、$M<100$又は$U<400$の場合には、脆弱層3の形成に過大な時間を要し、脆弱層3の深さも不充分なものとなってしまうため、作業効率が低い。また、$U>8000$の場合には、熱伝導により孔あけ箇所の周辺温度が過大となり劣化してしまうため好ましくない。

【0020】上記条件（1）を満足するレーザ光2の照射により、コンクリート硬化体1における当該部分の水和物分解が起こり、図1（b）のように数mmの深さの脆弱層3が形成される。この脆弱層3は強度が殆どなく、適切な工具を用いて容易に除去することができる。したがって、数（rpm）～数百（rpm）程度の低速で回転する金属製、セラミック製、木製の棒、やすり、ドリル、オーガ等の機械式又は手動式の工具4を当該脆弱層3に当接させ（図1（c）参照）、数mmの深さの孔5を加工することができる（図1（d）参照）。そして、このとき工具4による振動は殆どなく、騒音も60（dB）以下と非常に小さい。なお、レーザ光2照射時の騒音は、図示しないレーザ発振設備から発生する騒音のみであり、60（dB）以下である。

【0021】また、一回のレーザ光2照射による脆弱層3形成と当該脆弱層3除去によって加工された孔5の深さが所望の深さに満たない場合には、図1（a）～（d）を適宜繰り返して所望の深さの孔6を加工すればよい（図1（e）参照）。この場合のレーザ光2の照射面は、その前回の脆弱層3除去後の孔5の底面となる。

【0022】さらに、本発明に使用できるレーザ光の種類は特に限定されるものではない。したがって$M \geqq 100$を満たせば、波長10．6（μm）の炭酸ガスレーザ光（CO_2 レーザ光）、波長5（μm）のCOレーザ光、波長1．06（μm）のNd：YAGレーザ光、波長1．3（μm）のヨウソレーザ光を含む各種のレーザ光を使用できる。ただし、後二者は光ファイバーを介して伝送できるため、図2に示すように可撓性の光ファイバー8を使用すれば、レーザ発振器7を一箇所に設置固定したままレーザ光2を任意の場所・部位に照射することが可能となり、特に既存構造物への穿孔作業の自由度が飛躍的に増大し、作業効率の向上を図ることができる。

【0023】なお、本実施形態においてはコンクリート硬化体1への穿孔を想定したが、本発明はこれに限定されるものではない。本発明はセメント硬化体全般に適用できるものであり、普通コンクリート、軽量コンクリート、重量コンクリート、高強度コンクリート、超高強度コンクリート等のあらゆる種類のコンクリート、及び、普通モルタル、軽量モルタル、樹脂モルタル、ポリマーセメントモルタル、目地モルタル、張りつけモルタル等のあらゆる種類のモルタルや、さらに各種セメント製品等に適用できる。

【0024】

【実施例】

<実施例1>圧縮強度300（kg／cm²）の普通コンクリート硬化体に対し、以下の条件で円形の炭酸ガスレーザ光を照射して脆弱層を形成させた。

P＝950，d＝15，M＝537．6，t＝5，U＝2688

レーザ光照射終了後、得られた脆弱層を径16（mm）の低速回転電動ドリルを用いて除去し、コンクリート面に約6（mm）の深さの孔を加工した。その後、同一条件でのレーザ光照射と低速回転電動ドリルによる脆弱層除去とを交互に複数回繰り返し、100（mm）の深さの孔を得た。孔の周辺は割れ等の欠陥はなく、良好であった。そしてこの作業中に孔あけ箇所から1（m）離れた複数点で騒音測定を行った結果、騒音の最大値は500（Hz）で59（dB）であった。

【0025】一方、従来のようにハンマードリルを用いて、同じコンクリート面に径16（mm）、深さ100（mm）の孔を加工し、同様に騒音測定を行った結果、騒

音の最大値は５００（Hz）で９８（dB）であった。

【００２６】＜実施例２＞

１．４kW級のＮｄ：ＹＡＧレーザ発振器を既存建物の一箇所に設置し、レーザ発振器からのレーザ光をＮｄ：ＹＡＧレーザ用の長さ約１００（ｍ）の光ファイバーに導入し、約６０（ｍ）離れた既存コンクリート壁面の複数の孔あけ箇所に、以下の条件で照射して脆弱層を形成させた。

Ｐ＝１２００，ｄ＝２０．５，Ｍ＝３６３．６，ｔ＝５，Ｕ＝１８１８

レーザ光照射終了後、得られた脆弱層を径２２（㎜）の低速回転電動ドリルを用いて除去し、コンクリート面に約４（㎜）の深さの孔を加工した。その後、同一条件でのレーザ光照射と低速回転電動ドリルによる脆弱層除去とを交互に複数回繰り返し、６０（㎜）の深さの孔を得た。孔の周辺は割れ等の欠陥はなく、良好であった。そしてこの作業中における作業場及び建物周辺の騒音の最大値は５００（Hz）で５０（dB）であった。

【００２７】

【発明の効果】以上述べたように、請求項１記載の発明によれば、低騒音・低振動の装置を用いて穿孔対象物たるセメント硬化体に充分強度を低下させた脆弱層を形成し、その後に当該脆弱層を除去するようにするので、低速回転の機械式又は手動式の工具を用いて当該脆弱層を除去することができる。したがって、穿孔に際しての振動・騒音は、レーザ発振設備から発生するものと脆弱層除去の際に発生するもののみであり、穿孔時における振動や騒音の発生を極力抑えることができ、穿孔時における作業環境及び周辺環境の改善を図ることができる。

【００２８】また、請求項２に記載の発明によれば、照射レーザ光のエネルギー密度を小さく、すなわちレーザ発振設備から発生する振動・騒音を低く保持しながら穿孔することが可能になるので、特に低振動・低騒音が要求される作業環境において実益があるものとなる。

【００２９】また、請求項３に記載の発明によれば、レーザ光照射によって孔の周囲の強度を低下させることなく穿孔することができるので、高品質の穿孔を行うことができる。

【００３０】また、請求項４に記載の発明によれば、レーザ光照射部分のセメント硬化体が蒸発したり溶融することなく安定的に脆弱層を形成することができ、品質及び作業効率の向上を図ることができる。

【００３１】また、請求項５に記載の発明によれば、レーザ発振器からのレーザ光を可撓性の光ファイバーで伝送して照射することが可能となるので、レーザ発振器を一箇所に設置固定したまま、レーザ光を任意の場所・部位に照射することが可能となり、穿孔作業の自由度が飛躍的に増大し、作業効率の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

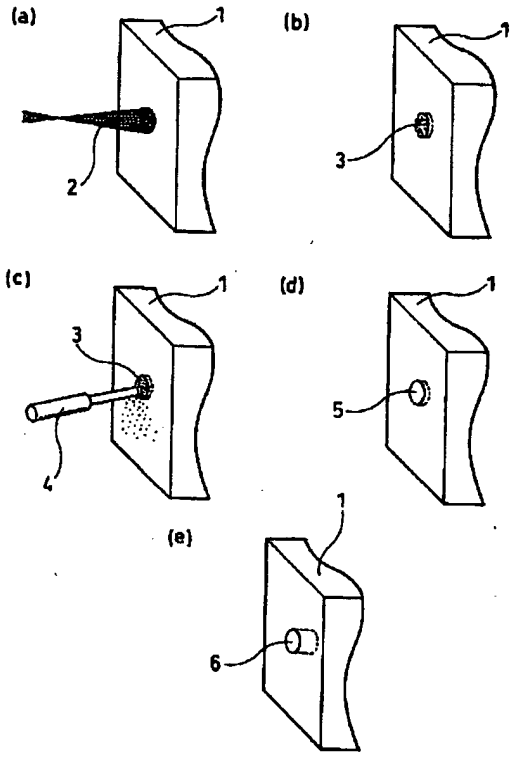
【図１】本発明に係るセメント硬化体の穿孔方法の一実施形態を表す図であり、（ａ）はコンクリート硬化体に所定条件下でレーザ光を照射している様子、（ｂ）はレーザ光照射後に脆弱層が形成された様子、（ｃ）は低騒音・低振動工具を用いて当該脆弱層を除去する様子、（ｄ）は脆弱層除去が完了した様子、（ｅ）は（ａ）～（ｄ）を所定回数繰り返した結果、所望深さの孔が加工された様子を表す。

【図２】既存建物に設置固定したレーザ発振器からのレーザ光を光ファイバーを用いて伝送し、レーザ発振器から離れた位置で穿孔する様子を表す概念図である。

【符号の説明】

1　…コンクリート硬化体
2　…レーザ光
3　…脆弱層
4　…工具
5　…孔
6　…孔
7　…レーザ発振器
8　…光ファイバー
9　…レーザガン

【図1】



【図2】

